

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

(10) DE 44 34 134 A 1

(51) Int. Cl. 6:

B 21 C 37/08

G 02 B 6/44

B 23 K 31/00

B 23 K 37/04

B 23 K 26/00

// B23K 26/12,

101:06,103:04

(21) Aktenzeichen: P 44 34 134.2

(22) Anmeldetag: 24. 9. 94

(43) Offenlegungstag: 28. 3. 96

(71) Anmelder:

kabelmetal electro GmbH, 30179 Hannover, DE

(72) Erfinder:

Ziemek, Gerhard, Dr., 30853 Langenhagen, DE;  
Staschewski, Harry, 30853 Langenhagen, DE;  
Porcher, Klaus, 31275 Lehrte, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 40 27 512 C1  
DE 40 06 167 C1  
DE 39 22 816 C1  
DE 38 42 865 C2  
DE 43 07 156 A1  
DE 40 31 825 A1  
DE 38 08 728 A1  
DE-OS 21 39 233  
DE-OS 21 28 115  
US 48 39 496

HAFERKAMP, Heinz, BENECKE, Rainer: Neue Wege  
in der Prozeßgaszuführung beim Laser-Schweißen  
und -Schneiden. In: Laser Magazin, 1990,  
H.2,S.28-31;

(54) Verfahren zur Herstellung eines längsnahtgeschweißten Metallrohres

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung eines längsnahtgeschweißten Metallrohres mit einem Außendurchmesser von 1 bis 6 mm, bei welchem ein Metallband durch ein Formwerkzeug zu einem Rohr mit Längsschlitz geformt und der Längsschlitz des Rohres mittels einer Laserschweißeinrichtung verschweißt wird, wird das zu verschweißende Rohr unmittelbar vor und unmittelbar hinter dem Schweißpunkt durch ein an der Rohroberfläche angreifendes Werkzeug hindurchgeführt, welches die Bandkanten in Kontakt miteinander hält und die Schweißnaht kräftefrei hält. Unmittelbar hinter dem zweiten Werkzeug greifen die Spannbäcken eines Spannbackenabzugs an dem geschweißten Rohr an, wobei die Spannbacken das Rohr verdreh sicher führen.

DE 44 34 134 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 96 602 013/332

9/31

DE 44 34 134 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines längsnahtgeschweißten Metallrohres mit einem Außendurchmesser von 1 bis 6 mm, bei welchem ein Metallband von einer Vorratsspule abgezogen und durch ein Formwerkzeug zu einem Rohr mit Längsschlitz geformt und der Längsschlitz des Rohres mittels einer Laserschweißeinrichtung verschweißt wird.

Aus der EP 0 299 123 ist es bekannt, Metallrohre in dem angegebenen Durchmesserbereich aus einem Metallband, welches zu einem Schlitzrohr geformt und dessen Längsschlitz mit einem Laser verschweißt wird, herzustellen. Das Metallband, z. B. ein Band aus rostfreiem Stahl wird durch ein erstes Formwerkzeug, welches aus mehreren Formrollenpaaren besteht, allmählich zu einem Rohr mit Längsschlitz geformt. In einem zweiten Formwerkzeug, welches ebenfalls aus mehreren Formrollenpaaren besteht, wird das Rohr mit Längsschlitz zu einem Rohr mit aneinanderstoßenden Bandkanten geformt. Die Formrollen des zweiten Formwerkzeugs greifen ausschließlich an der Außenoberfläche des Rohres an. Hinter dem zweiten Formwerkzeug ist ein Rollenpaar vorgesehen, welches das Schlitzrohr in einem vorbestimmten Abstand zu dem Fokus einer Laserschweißeinrichtung führt. Hinter der Schweißeinrichtung gelangt das geschweißte Rohr mit großem Spiel in ein Kühlrohr, in welchem die Schweißnaht intensiv mit Argon gekühlt wird. Das geschweißte Metallrohr gelangt dann in eine Ziehmatrize, in welcher es im Durchmesser reduziert wird. Als Abzug, der das Metallband von der Vorratsspule und durch die Formwerkzeuge sowie durch die Ziehmatrize zieht, dient eine angetriebene Abzugsscheibe, um welche das Metallrohr mit einer Umschlingung von 180° herumgeführt ist. Die Abzugsscheibe weist eine am Umfang befindliche V-Nut auf, in welche das Metallrohr hineingedrückt wird, so daß eine ausreichende Zugkraft aufgebracht wird. Dadurch kann es jedoch zu einer ovalen Verformung des Metallrohres kommen. Die seitliche Ausrichtung des Längsschlitzes in Bezug auf den Laserstrahl erfolgt durch die Oberrollen des zweiten Formwerkzeugs, welche in Umfangsrichtung verlaufende Vorsprünge aufweisen, die in das Schlitzrohr eintauchen und die Bandkanten führen.

Neben der Gefahr der Verformung des fertigen Metallrohres durch die V-Nut der Abzugsscheibe ist nachteilig bei diesem Verfahren, daß eine exakte Ausrichtung der Längsnaht zum Laserstrahl nicht vorgesehen ist. Man behilft sich damit, daß der Brennpunkt des Laserstrahls über dem Längsschlitz liegt. Damit überstreicht ein großer "Brennfleck" die Längsnaht. Dies erfordert aber eine höhere Laserenergie oder führt zu einer niedrigeren Fertigungsgeschwindigkeit.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren dahingehend zu verbessern, daß mit diesem Rohre großer Länge d. h. von mehr als 3000 m, ohne Schweißfehler hergestellt werden können.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 erfaßten Merkmale gelöst.

Die Werkzeuge, durch welche das Metallrohr hindurchgeführt werden sorgen dafür, daß die Bandkanten exakt gegeneinander ausgerichtet sind und damit eine fehlerfreie Stumpfnaht herstellbar ist. Das zweite Werkzeug hält die Bandkanten auch nach dem Schweißen zusammen, so daß eine besonders intensive Kühlung der Schweißnaht nicht erforderlich ist. Dadurch kann Argon eingespart werden.

Die Werkzeuge gewährleisten darüberhinaus in besonders einfacher Weise, daß sowohl die seitliche Ausrichtung als auch die Höhenausrichtung der Längsnaht zum Laserstrahl bzw. zum Fokus optimal ist, so daß keine Nachregulierung der Laserstrahlposition während der Fertigung notwendig ist.

Insbesondere der Spannbackenabzug sorgt für eine verdrehsichere Führung des Metallrohres unter dem Schweißpunkt, da die Spannbacken das Rohr fest umgreifen.

In besonders vorteilhafter Weise wird das Rohr durch ein einheitliches aus dem ersten und dem zweiten Werkzeug gebildetes Werkzeug geführt. Der Laserstrahl wird durch eine Ausnehmung in dem Werkzeug auf die zu verschweißende Naht gerichtet. Hierbei umschließt der Eingangsbereich des Werkzeugs das zu schweißende Rohr zu 100%, wogegen der hinter dem Schweißpunkt gelegene Austrittsbereich des Werkzeugs das Rohr nur so weit umgreift, um die Bandkanten in Kontakt miteinander zu halten. Der Schweißnahtbereich ist frei, so daß eine gute Kühlung möglich ist.

Das Metallband wird vor dem Formen zum Rohr an seinen Längskanten besäumt, damit beim Schweißen "jungfräuliche" Bandkanten vorliegen und von daher Schweißfehler durch Verunreinigungen vermieden werden. Das Besäumen erfolgt vorteilhafterweise mit Rollenscheren, die angetrieben sind. Da sowohl beim Besäumen als auch beim Rohrformen erhebliche Anpreßkräfte auftreten, muß befürchtet werden, daß einige Metalle wie z. B. Aluminium oder rostfreier Stahl an den Werkzeugen "anfressen". Um dieses Anfressen zu verhindern, wird das Metallband mit einem flüssigen Schmiermittel benetzt. In einfachster Weise wird das Benetzen dadurch erreicht, daß das Metallband zwischen zwei Filzstreifen hindurchgeführt wird, die ständig mit dem Schmiermittel getränkt sind. Das Schmiermittel sorgt auch dafür, daß ein Anfressen des Metallrohres im Bereich des Führungswerkzeugs vermieden ist.

Dies ist ein entscheidendes Merkmal, durch welches die großen Fertigungslängen erzielbar sind.

Obwohl das Verfahren für nahezu alle verschweißbaren Metalle geeignet ist, werden insbesondere die beim Verschweißen von Bändern aus rostfreiem Stahl auftretenden Probleme gelöst.

Der Bereich des Schweißpunktes wird mit einem Schutzgas vorzugsweise Helium gespült. Neben dem Kühlereffekt wird noch erreicht, daß keine Anlauffarben im Bereich der Schweißnaht auftreten.

Das geschweißte Metallrohr wird vorteilhafterweise hinter dem ersten Spannbackenabzug im Durchmesser reduziert und das im Durchmesser reduzierte Rohr wird von den Spannbacken eines zweiten Spannbackenabzugs abgezogen. Das Rohr kann in einem Zug um ca. 15 bis 18% im Durchmesser reduziert werden. Dadurch kann die Liniengeschwindigkeit gegenüber der Schweißgeschwindigkeit erhöht werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Abmessung des Endproduktes weitestgehend unabhängig von der Abmessung des geschweißten Rohres gewählt werden kann. Durch Auswechseln des Rohrreduzierwerkzeugs (einer Ziehmatrize) und der Spannbacken des zweiten Spannbackenabzugs können innerhalb eines bestimmten Bereiches Rohre mit jedem gewünschten Durchmesser hergestellt werden. Wird zwischen dem Austrittsende des Führungswerkzeugs und dem ersten Spannbackenabzug ebenfalls ein Rohrreduzierwerkzeug angeordnet, kann zweimal der Durchmesser um 15 bis 18% redu-

zert, d. h. die Liniengeschwindigkeit erheblich erhöht werden.

Das erfundungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zur Herstellung von Lichtwellenleiterkabeln. Zu diesem Zweck werden vor dem Schweißpunkt in das noch offene Schlitzrohr ein oder mehrere Lichtwellenleiter eingeführt. Bei solchen Kabeln ist es von Vorteil, in das Metallrohr ein Petroleumjelly einzufüllen, um die gegen Feuchtigkeit empfindlichen Lichtwellenleiter zu schützen.

Der Lichtwellenleiter wird in besonders vorteilhafter Weise mittels eines dünnen Röhrchens in das Metall eingeführt, welches den Lichtwellenleiter fruestens hinter dem Schweißpunkt freigibt. Das Röhrchen hat die Aufgabe, den empfindlichen Lichtwellenleiter vor der von der Schweißnaht abgestrahlten Wärme zu schützen. Dieser Schutz gelingt besonders gut, wenn das Petroleumjelly über einen Spalt in das Metallrohr eingefüllt wird, welcher aus dem Röhrchen und einem das Röhrchen umgebenden zweiten Röhrchen aus Kupfer gebildet wird. Das Petroleumjelly gelangt fruestens hinter dem Schweißpunkt in das Metallrohr. Zweckmässigerweise besteht das innere erste Röhrchen ebenfalls aus Kupfer und ist länger als das äußere Röhrchen. Sein Ende sollte zwischen dem ersten und dem zweiten Spannzangenabzug gelegen sein, wogegen das Ende des äußeren Röhrchens im Bereich des ersten Spannbackenabzugs gelegen ist. Beide Röhrchen sind außerhalb des Metallrohres festgelegt. Das Petroleumjelly wird druckgeregt in einer Menge in das Metallrohr eingefüllt, die den zwischen dem Lichtwellenleiter und der Innenwand des Metallrohres befindlichen Hohlraum ausfüllt. Durch das fließende Petroleumjelly wird Wärme abgeführt, so daß die im Innern des Röhrchens befindlichen Lichtwellenleiter geschützt sind.

Der Querschnitt des zweiten Röhrchens ist zumindest im Bereich unterhalb des Schweißpunktes derart verformt, daß das den Lichtwellenleiter führende Röhrchen gegen den der Längsnahrt gegenüberliegenden Bereich des äußeren Röhrchens geleitet wird. Dadurch wird die größtmögliche Entfernung zwischen der Schweißnaht und dem Lichtwellenleiter im Schweißpunktbereich erreicht.

Das äußere Röhrchen aus Kupfer und mit ihm das innere Röhrchen können während der Fertigung innerhalb eines bestimmten Bereiches verschoben werden. Dies kann erforderlich sein, wenn sich an einer Stelle des Röhrchens aus Kupfer Ablagerungen gebildet haben.

Bei optischen Kabeln ist es erforderlich, daß sich der Lichtwellenleiter mit einer bestimmten Überlänge in dem Metallrohr befindet, um bei einer Dehnung des Metallrohres mechanische Belastungen von dem empfindlichen Lichtwellenleiter fernzuhalten.

Eine solche Überlänge läßt sich erreichen, wenn das den Lichtwellenleiter und das Petroleumjelly enthaltende Metallrohr mit zumindest einer Windung auf eine Abzugsscheibe aufgewickelt wird und darauf unter leichtem Zug auf eine Vorratsspule gewickelt wird und wenn das Metallrohr zwischen einem entweder durch den ersten Spannbackenabzug, das Rohrreduzierwerkzeug oder den zweiten Spannbackenabzug gebildeten Festpunkt und der Abzugsscheibe um einen Wert zwischen 2 und 8% elastisch gedehnt und die elastische Dehnung auf der Abzugsscheibe aufgehoben wird.

Die Erfindung ist anhand der in den Fig. 1 bis 6 schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Teils eines nach der Lehre der Erfindung hergestellten Rohres. Das Rohr 1 weist eine Längsschweißnaht 1a auf. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet für solche längsschweißten Rohre 1 ist die Schutzhülle eines optischen Kabels. Im Innern des Rohres 1 befinden sich dann ein oder mehrere Lichtwellenleiter 2. Der Freiraum zwischen den Lichtwellenleitern 2 und dem Metallrohr 1 kann mit Petroleumjelly ausgefüllt sein, um eine Längswasserwanderung zu verhindern. Die Anzahl der Lichtwellenleiter 2 liegt üblicherweise zwischen sechs und zwanzig in Ausnahmen auch bis zu vierzig. Die Lichtwellenleiter 2 haben eine größere Länge als das Metallrohr 1, verlaufen also wellen-, wendel- oder sinusförmig in dem Metallrohr 1. Die Überlänge beträgt normalerweise in etwa 3%. Die Wanddicke 5 des Metallrohres beträgt z. B. 0,2 mm während sein Außen-durchmesser 3,5 mm beträgt. Dies sind typische Daten für ein optisches Kabel, welches anstelle eines Drahtes in einem Leitungsseil angeordnet wird. Als Material für das Metallrohr 1 wird Edelstahl bevorzugt.

Die Fig. 2 zeigt eine seitliche Ansicht einer Vorrichtung zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens.

Von einer Vorratsspule 4 wird ein Band 5 kontinuierlich abgezogen und einer Formvorrichtung 6 zugeführt, in der das Band 5 zu einem Rohr mit Längsschlitz geformt wird. Teil dieser Formvorrichtung 6 ist eine nicht näher bezeichnete Besäumeinrichtung, in welcher das Band 5 exakt auf die benötigte Breite geschnitten wird. Die Formeinrichtung 6 besteht weiterhin aus mehreren nicht näher bezeichneten Formrollensätzen. Der Längsschlitz des geformten Rohres wird mittels einer Laserschweißeinrichtung 7 geschlossen. Für die exakte Führung des geschlitzten Rohres unterhalb der Schweißeinrichtung 7 sorgt ein erster Spannbackenabzug 8, der aus einer Vielzahl das Rohr umfassender Spannbackenpaare besteht, die über eine endlose Kette angetrieben sind. Hinter dem ersten Spannbackenabzug 8 ist eine Rohrreduziereinrichtung 9, z. B. eine Ziehmatrize angeordnet, in welcher der Durchmesser des Rohres verringert wird. Ein zweiter Spannbackenabzug 10 ist hinter der Rohrreduziereinrichtung 9 angeordnet, der an dem gezogenen Rohr angreift und dieses durch die Ziehmatrize zieht. Die Abzugsgeschwindigkeit des zweiten Spannbackenabzuges 10 ist gegenüber der Abzugsgeschwindigkeit des ersten Spannbackenabzugs 8 in Abhängigkeit vom Durchhang des Rohres zwischen der Ziehmatrize und dem ersten Spannbackenabzug 8 geregelt. Das fertige Rohr kann dann auf einen Aufwickler 12 aufgewickelt werden.

Wenn jedoch das Rohr als Schutzhülle für Lichtwellenleiter verwendet werden soll, ist es erforderlich, daß sich hinter dem zweiten Spannbackenabzug 10 eine angetriebene Abzugsscheibe 11 befindet, auf deren Umfangsfäche das Rohr mit mehreren Windungen aufliegt. Die Abzugsscheibe 11 ist mit einer Abzugsgeschwindigkeit angetrieben, welche geringfügig schneller als die Abzugsgeschwindigkeit des zweiten Spannbackenabzugs 10 ist. Der Aufwickler 12wickelt das Rohr 13 mit leichtem Zug auf.

Mit 14 ist eine Abläufvorrichtung für eine Vielzahl von Lichtwellenleitern 2 bezeichnet, die mit einer Vielzahl von Spulen 15 bestückt ist, auf welche die Lichtwellenleiter 2 aufgewickelt sind.

Die Lichtwellenleiter 2 werden von den Spulen 15 abgezogen und in das noch offene Rohr vor der Schweißeinrichtung eingeführt. Als Schutz für die emp-

findlichen Lichtwellenleiter 2 ragt ein nicht dargestelltes ortsfestes Metallröhren in das Schlitzrohr, durch dessen Inneres die Lichtwellenleiter 2 hindurchgeleitet werden. Das Metallröhren gibt die Lichtwellenleiter 2 frühestens hinter der Schweißeinrichtung 7 frei. Das Metallröhren ist in von einem weiteren Metallröhren umgeben. Durch den von den beiden Metallröhren gebildeten Spalt wird unter Druck ein Petroleumjelly in das Rohr eingefüllt. Damit die Lichtwellenleiter 2 in dem Metallrohr 1 mit einer Überlänge vorliegen, wird das Metallrohr 1 kontinuierlich zwischen dem zweiten Spannbackenabzug 10, dessen Spannbackenpaare das Metallrohr 1 fest umgreifen und die durch die Rohreduzierung entstehenden Verformungskräfte aufbringen, und der Abzugsscheibe 11 elastisch verformt, d. h. gedehnt. Dadurch wird auf die Abzugsscheibe 11 eine gleichgroße Länge von Metallrohr 1 und Lichtwellenleiter 2 aufgewickelt. Auf der Abzugsscheibe 11 "entspannt" sich der Zustand der elastischen Verformung, das Metallrohr 1 verkürzt sich auf den normalen Zustand, wobei sich die Überlänge der Lichtwellenleiter 2 gegenüber dem zurückgeschrumpften Metallrohr 1 ergibt.

Die elastische Verformung wird durch eine Kraft F bewirkt, die das Metallrohr 1 zwischen dem zweiten Spannbackenabzug 10 und der Abzugsscheibe 11 auslenkt. Dies wird durch ein Gewicht 16 erreicht, welches an das Metallrohr 1 z. B. mittels einer Rolle 17 angehängt ist. Die Kraft F, d. h. das Gewicht 16 bestimmt das Maß der Auslenkung und damit das Maß der Dehnung.

Bei einer vorgegebenen Geometrie und der Materialauswahl für das Metallrohr 1 kann durch Auswahl des Gewichtes 16 eine exakte Überlänge der Lichtwellenleiter 2 in dem Rohr 1 erzeugt werden.

Die Fig. 3 bis 5 zeigen eine Draufsicht sowie zwei Schnitte der Führung des Metallrohrs im Bereich der Schweißeinrichtung.

Die Führung 18 für das Metallrohr 19 besteht aus zwei Hälften 18a und 18b, welche an ihrer angrenzenden Fläche jeweils eine Nut 20 mit einem Krümmungsradius aufweisen, der dem Krümmungsradius des Metallrohrs 19 entspricht. Die beiden Nuten 20 bilden also eine im wesentlichen kreisförmige Führung für das Metallrohr 19.

Eine der beiden Hälften 18a bzw. 18b ist fest installiert, wogegen die andere Hälfte anstellbar bzw. federlagert ist, so daß der Anpreßdruck an das Metallrohr 19 variiert werden kann. Die Führung 18 besteht aus einer Stahllegierung, die gegenüber dem bevorzugt verwendeten Material rostfreier Stahl herausragende Gleiteigenschaften besitzt. In der Führung 18 ist eine Ausnehmung 21 vorgesehen, in deren Bereich der Laserstrahl auf die Längsnahrt 19a des Metallrohrs 19 gerichtet ist und diese verschweißt. An die Ausnehmung 21 schließt sich ein Spalt 22 zwischen den Hälften 18a und 18b an, der die Schweißnaht 19b freiläßt und somit eine Wärmeabfuhr ermöglicht.

Die Fig. 4 zeigt einen Schnitt entlang der Linie A-B, d. h. durch den Eintrittsbereich der Führung 18. Im Innern des Metallrohrs 19 sind das Röhrchen 23 für die Lichtwellenleiter 2 sowie das Röhrchen 24 für das Petroleumjelly zu erkennen. Das Röhrchen 24 ist mit einer Eindellung 24a versehen, durch welche das Röhrchen 23 von der Längsnahrt 19a bzw. der Schweißnaht 19 ferngehalten wird. Sowohl das Röhrchen 23 als auch das Röhrchen 24 sind dünnwandige Kupferröhren, die sowohl das Petroleumjelly als auch die Lichtwellenleiter vor übermäßiger Erhitzung im Schweißbereich schützen.

Für die Röhrchen 23 und 24 ist eine Möglichkeit der Längsverschiebung in dem Metallrohr 19 vorgesehen.

Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch die Führung entlang der Linie C-D, d. h. im Austrittsbereich der Führung. Hier ist deutlich der Spalt 22 zu erkennen.

Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch ein Spannbackenpaar 8a des Spannbackenabzugs 8, welche das Metallrohr 19 fest einspannen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines längsnahgeschweißten Metallrohrs mit einem Außendurchmesser von 1 bis 6 mm, bei welchem ein Metallband von einer Vorratsspule abgezogen und durch ein Formwerkzeug zu einem Rohr mit Längsschlitz geformt und der Längsschlitz des Rohres mittels einer Laserschweißeinrichtung verschweißt wird, gekennzeichnet durch folgende Merkmale

- das zu verschweißende Rohr wird unmittelbar vor dem Schweißpunkt durch ein erstes an der Rohroberfläche angreifendes Werkzeug hindurchgeführt, durch welches die Bandkanten in Kontakt miteinander gehalten werden
- das geschweißte Rohr wird unmittelbar hinter dem Schweißpunkt durch ein zweites an der Rohroberfläche angreifendes Werkzeug hindurchgeführt, welches die Schweißnaht kräftefrei hält und die Schweißnaht freiläßt
- unmittelbar hinter dem zweiten Werkzeug greifen die Spannbacken eines Spannbackenabzugs an dem geschweißten Rohr an, wobei die Spannbacken das Rohr verdreh sicher führen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr durch ein aus dem ersten und dem zweiten Werkzeug gebildetes einheitliches Werkzeug geführt wird und daß der Laserstrahl der Laserschweißeinrichtung durch eine Ausnehmung in dem Werkzeug auf die zu verschweißende Naht gerichtet wird, wobei die Laserschweißeinrichtung in Bezug auf den zu verschweißenden Längsschlitz fest eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallband vor dem Formen zum Rohr an seinen Bandkanten besäumt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallband mit einem flüssigen Schmiermittel benetzt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Metallband ein Band aus rostfreiem Stahl verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich des Schweißpunktes mit einem Schutzgas vorzugsweise Helium, gespült wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das geschweißte Rohr hinter dem Spannbackenabzug im Durchmesser reduziert wird, und daß das im Durchmesser reduzierte Rohr von den Spannbacken eines zweiten Spannbackenabzuges abgezogen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet daß vor dem Schweißpunkt in das noch offene Schlitzrohr zumindest ein Lichtwellenleiter eingeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in das Metallrohr ein Petroleumjelly

eingefüllt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter mittels eines dünnen Röhrchens in das Metallrohr eingeführt wird, das den Lichtwellenleiter frühestens hinter dem Schweißpunkt freigibt. 5

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Petroleumjelly über einen Spalt in das Metallrohr eingefüllt wird, welcher aus dem Röhrchen und einem das Röhrchen umgebenden zweiten Röhrchen aus Kupfer gebildet wird, und daß das Petroleumjelly frühestens hinter dem Schweißpunkt in das Metallrohr gelangt. 10

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, 15 dadurch gekennzeichnet, daß das Petroleumjelly druckgeregelt in einer Menge in das Metallrohr eingefüllt wird, die den zwischen dem Lichtwellenleiter und der Innenwand des Metallrohres befindlichen Hohlraum ausfüllt. 20

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des zweiten Kupferröhrchens zumindest im Bereich unterhalb des Schweißpunktes derart verformt ist, daß das den Lichtwellenleiter führende Röhrchen 25 gegen den der Längsnahrt gegenüberliegenden Bereich des Kupferröhrchens geleitet wird. 25

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Kupferröhrchen in Längsrichtung des Metallröhrchens verschieblich ist. 30

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das den Lichtwellenleiter und das Petroleumjelly enthaltende Metallrohr mit zumindest einer Windung auf eine Abzugsscheibe gewickelt wird und sodann unter leichtem Zug auf eine Vorratsspule gewickelt wird und daß das Metallrohr zwischen einem entweder durch den ersten Spannbackenabzug, das Rohrreduzierwerkzeug oder den zweiten Spannbackenabzug gebildeten Festpunkt und der Abzugsscheibe um einen Wert zwischen 2 und 8% definiert elastisch gedeckt, und daß die elastische Dehnung auf der Abzugsscheibe aufgehoben wird, so daß sich eine analoge exakte Überlänge der Lichtwellenleiter 45 gegenüber dem Metallrohr ausbildet. 40

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

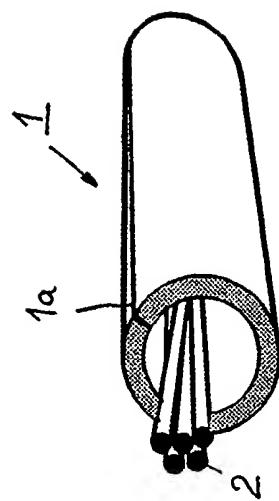


Fig. 1

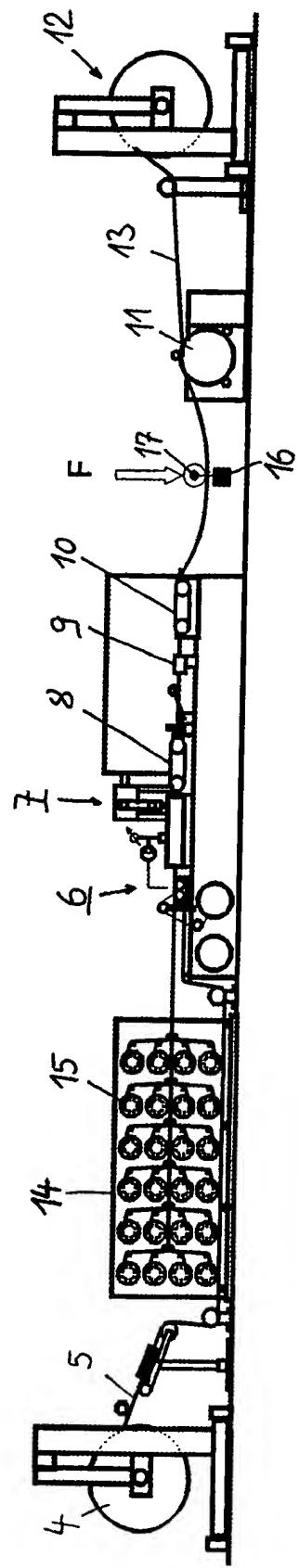


Fig. 2

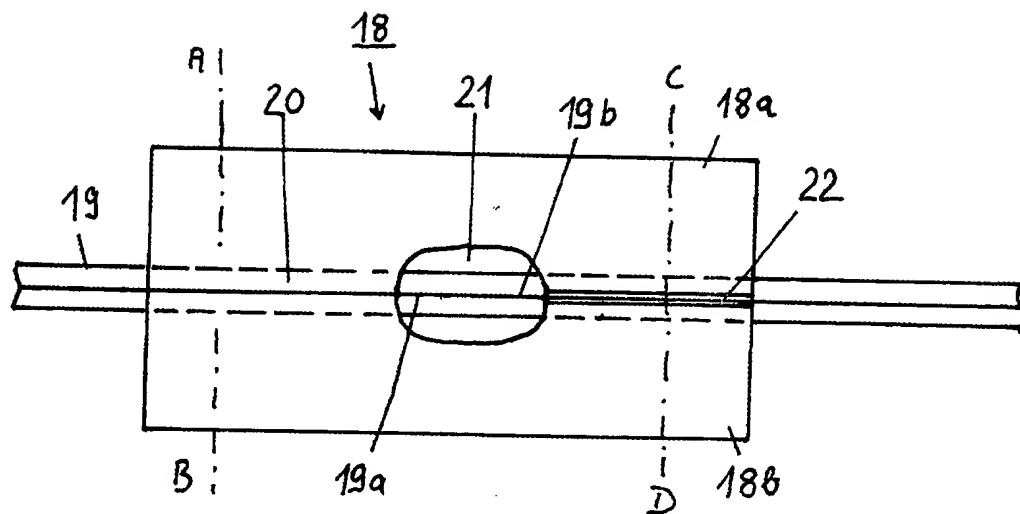


Fig 3

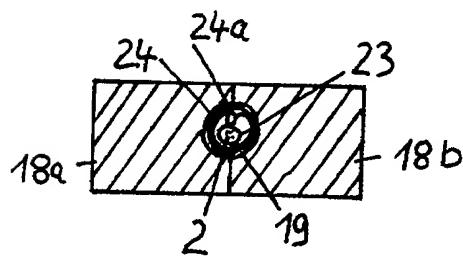


Fig 4

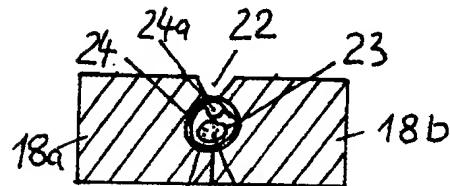


Fig 5

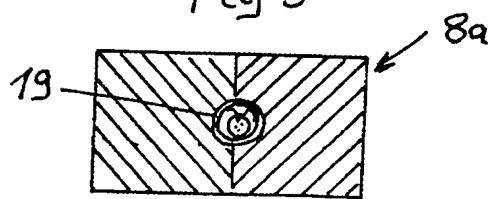


Fig 6